

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-273631

(43)Date of publication of application : 30.09.1994

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

C08G 59/18

C09K 3/00

(21)Application number : 05-082423

(71)Applicant : NIPPON TELEGR &amp; TELEPH CORP &lt;NTT&gt;

(22)Date of filing : 18.03.1993

(72)Inventor : NISHI SHIRO  
MURATA NORIO  
MARUNO TORU  
HIKITA MAKOTO  
TOMARU AKIRA

## (54) OPTICAL WAVEGUIDE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide the optical waveguide having a clad layer which is free from level difference and has excellent flatness and having excellent workability.

CONSTITUTION: This optical waveguide is controllable in refractive index within a 1.40 to 1.62 range in the clad part of the optical waveguide. The optical waveguide is formed by using a UV curing resin essentially consisting of an aliphatic cyclic epoxy resin without containing fluorine in its molecules or bisphenol type epoxy resin or epoxy bromide resin as the UV curing resin which can be applied without solvent. Then, the clad material for which solvent is not used, is used and, therefore, the waveguide forming stages are simplified and since the optical waveguide can be flattened, the optical waveguide with which optical wiring of multiple layers is possible, is realized.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.08.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

01.03.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-273631

(43)公開日 平成6年(1994)9月30日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
G 0 2 B 6/12	M	8106-2K		
	N	8106-2K		
C 0 8 G 59/18	NLE	8416-4J		
C 0 9 K 3/00	U	9155-4H		

審査請求 未請求 請求項の数3 FD (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平5-82423

(22)出願日 平成5年(1993)3月18日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 西 史郎

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 村田 則夫

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 丸野 透

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 中本 宏 (外2名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光導波路

(57)【要約】

【目的】 段差の無い平坦性に優れたクラッド層を持ち、加工性に優れた光導波路を提供する。

【構成】 光導波路のクラッド部において、屈折率を1.40～1.62の範囲で制御でき、かつ無溶剤で塗布可能な紫外線硬化樹脂として、フッ素を分子内に含まない脂肪族環状エポキシ樹脂、又はビスフェノール型エポキシ樹脂、又はブロム化エポキシ樹脂を必須成分とする紫外線硬化樹脂を用いる光導波路。

【効果】 溶媒を用いないクラッド材を使用するために導波路形成工程が簡略化され、また平坦化できるため多層の光配線が可能な光導波路を実現できる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光導波路のクラッド部において、屈折率を1.40～1.62の範囲で制御でき、かつ無溶剤で塗布可能な、フッ素を分子内に含まない脂肪族環状エポキシ樹脂を必須成分とする紫外線硬化樹脂を用いることを特徴とする光導波路。

【請求項2】 光導波路のクラッド部において、屈折率を1.40～1.62の範囲で制御でき、かつ無溶剤で塗布可能な、ビスフェノール型エポキシ樹脂を必須成分とする紫外線硬化樹脂を用いることを特徴とする光導波路。

【請求項3】 光導波路のクラッド部において、屈折率を1.40～1.62の範囲で制御でき、かつ無溶剤で塗布可能な、ブrom化エポキシ樹脂を必須成分とする紫外線硬化樹脂を用いることを特徴とする光導波路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光回路などに使用でき、平坦性に優れ、二次加工が容易なクラッド部を持つ光導波路に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 光導波路の材料としては石英がよく用いられていたが、加工温度が高い、大面積のものが作製しがたい、また、多層の光配線を考えた場合、クラッド材に石英を用いると段差が生じて配線し難いという問題があった。最近、加工し易さの観点からポリメチルメタクリレート等を利用したプラスチック導波路の研究が進んでいるが、このような樹脂を用いた場合でも樹脂は溶剤に溶かした状態で基板などに塗布してクラッド等にするため、溶剤を除去したときに段差が生じ、やはり多層の光配線を考えた場合は同様の問題が避けられない。光導波路における光伝送損失要因は固有要因として、赤外振動吸収の高長波、電子繊維に基づく紫外吸収などの吸収損失、密度・濃度ゆらぎによるレイリー散乱による散乱損失が挙げられ、外的要因としては遷移金属・OH基・その他不純物による吸収損失、ほこり・気泡などの不純物、コア/クラッドの界面不整・コア径の変動・マイクロベンディング・配向複屈折などの構造不整による散乱損失が挙げられる。光はコア/クラッド界面で全反射しながら伝播するが、実際には光の波動的性質によってクラッド部にも僅かにしみこむため、クラッド部に用いる紫外線硬化樹脂にはこれらの損失要因をできる限り除去することが望ましい。レイリー散乱に関しては、屈折率の異なる領域の共存は好ましくなく、クラッド部においても結晶性高分子、ブロック共重合、グラフト共重合などのマイクロ相分離構造を呈するものは好ましくない。また、熱運動による固体内の揺らぎも押さえるためには線形高分子よりも紫外線等により三次元硬化する樹脂が望ましい。また、コア/クラッド界面のはく離も、伝送損失の要因となるため、クラッド樹脂にはコア材への良好

な密着性、接着性が要求される。光導波路のコアには石英（屈折率1.46）やBK7（屈折率1.52）、SK16（屈折率1.62）、F2（屈折率1.62）などのガラス材料、ポリメチルメタクリレート（屈折率1.49）、ポリスチレン（屈折率1.59）、ポリカーボネート（屈折率1.59）などのプラスチック材料が挙げられる。クラッド部の屈折率はこれらのコア材の屈折率よりも小さいことが要求される。一般的なマルチモードの導波路のクラッド材はコア材の2～3%以上の屈折率差があれば好適である。例えば、シングルモードで光導波させる場合、コア部の断面が8 $\mu$ m $\square$ のとき0.3%屈折率の小さなクラッドが要求されるため、このような導波路に用いるクラッド材の屈折率は1000分の5の精度が要求される。したがって上記に挙げたコア材（屈折率1.46～1.62）に対しクラッド材の屈折率は1.40～1.62の範囲で制御できることが望ましい。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は段差の無い平坦性に優れたクラッド層を持ち、加工性に優れた光導波路を提供することにある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明を概説すれば、本発明の第1の発明は、光導波路に関する発明であって、光導波路のクラッド部において、屈折率を1.40～1.62の範囲で制御でき、かつ無溶剤で塗布可能な、フッ素を分子内に含まない脂肪族環状エポキシ樹脂を必須成分とする紫外線硬化樹脂を用いることを特徴とする。また、本発明の第2の発明は他の光導波路に関する発明であって、光導波路のクラッド部において、屈折率を1.40～1.62の範囲で制御でき、かつ無溶剤で塗布可能な、ビスフェノール型エポキシ樹脂を必須成分とする紫外線硬化樹脂を用いることを特徴とする。そして、本発明の第3の発明は他の光導波路に関する発明であって、光導波路のクラッド部において、屈折率を1.40～1.62の範囲で制御でき、かつ無溶剤で塗布可能な、ブrom化エポキシ樹脂を必須成分とする紫外線硬化樹脂を用いることを特徴とする。

【0005】 本発明者らは前記の目的を達成するために鋭意研究を重ねた結果、フッ素を分子内に含まない脂肪族環状エポキシ樹脂又はビスフェノール型エポキシ樹脂又はブrom化エポキシ樹脂を主成分とする接着剤は、組成を変えることにより屈折率を自由に制御できること、これらのエポキシ樹脂を主成分とする紫外線硬化樹脂の硬化前の粘度が低く、スピンコーティング等の塗布性に優れ、硬化収縮率も小さいため光導波路のクラッド層に適用したとき平坦性に極めて優れていることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0006】 本発明における紫外線硬化樹脂の他の構成要素として、例えば、従来のエポキシ樹脂、又はその変

性物のほか、希釈剤、硬化（重合開始）剤、カップリング剤等を含んでもよい。脂肪族環状エポキシ樹脂とビスフェノール型エポキシ樹脂は単独で用いても良いし、混合物として用いてもよい。所定の屈折率の紫外線硬化樹脂を得るためには、混合物を用いる方が好適である。混合物として用いる場合その配合比は1:99~99:1の範囲内であれば相分離等することなく好適に混合できる。また、ブrom化エポキシ樹脂を必須成分とする紫外線硬化樹脂を用いる場合、ブrom化エポキシ樹脂の量は1重量%以上であれば良く、屈折率を高めるためには紫外線硬化樹脂中におけるブrom化エポキシ樹脂の含有量を増加させることが望ましい。

【0007】本発明の樹脂組成物のうち、フッ素を分子内に含まない脂肪族環状エポキシ化合物として使用されるエポキシ化合物の例としては、3, 4-エポキシシクロヘキシルメチル-3, 4-エポキシシクロヘキサノカルボキシレート、3, 4-エポキシシクロヘキシルエチル-3, 4-エポキシシクロヘキサノカルボキシレート、ビニルシクロヘキセンジオキシド、アリルシクロヘキセンジオキシド、3, 4-エポキシ-4-メチルシクロヘキシル-2-プロピレンオキシド、2-(3, 4-エポキシシクロヘキシル-5, 5-スビロ-3, 4-エポキシ)シクロヘキサノ-m-ジオキサン、ビス(3, 4-エポキシシクロヘキシル)アジペート、ビス(3, 4-エポキシシクロヘキシルメチル)アジペート、ビス(3, 4-エポキシシクロヘキシル)エーテル、ビス(3, 4-エポキシシクロヘキシルメチル)エーテル、ビス(3, 4-エポキシシクロヘキシル)ジエチルシロキサンなどが挙げられる。

【0008】ビスフェノール型エポキシ樹脂の例としてはビスフェノールAジグリシジルエーテル、ビスフェノールADジグリシジルエーテル、ビスフェノールSジグリシジルエーテル、水添ビスフェノールAジグリシジルエーテル、ビスフェノールFジグリシジルエーテル、ビスフェノールGジグリシジルエーテル、テトラメチルビスフェノールAジグリシジルエーテル、ビスフェノールヘキサフルオロアセトンジグリシジルエーテル、ビスフェノールCジグリシジルエーテル等が挙げられる。

【0009】ブrom化エポキシ樹脂の例としては、ジブromメチルフェニルグリシジルエーテル、ジブromフェニルグリシジルエーテル、ブromメチルフェニルグリシジルエーテル、ブromフェニルグリシジルエーテル、ジブromメタクレシジルグリシジルエーテル、ジブromネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、臭素化フェノールノボラック型エポキシ樹脂等が挙げられる。

【0010】上記に挙げた脂肪族環状エポキシ樹脂、ビスフェノール型エポキシ樹脂、ブrom化エポキシ樹脂以外に副成分として種々のエポキシ樹脂を加えることができる。加える樹脂はエポキシ基を持っていればどのような樹脂でもよいが、例えば、ポリブタジエンジグリシジ

ルエーテル、ポリ-1, 4-(2, 3-エポキシブタン)-co-1, 2-(3, 4-エポキシ)-co-1, 4-ブタジエンジオール、ネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、1, 6-ヘキサジオールジグリシジルエーテル、ポリエチレングリコールジグリシジルエーテル、ポリプロピレングリコールジグリシジルエーテル、フタル酸ジグリシジルエステル、トリメチロールプロパンポリグリシジルエーテル、ジグリセロールポリグリシジルエーテル、ポリグリセロールポリグリシジルエーテル、ソルビトールポリグリシジルエーテル、アリルグリシジルエーテル、2-エチルヘキシルグリシジルエーテル、フェニルグリシジルエーテル、フェノールペンタ(オキシエチレン)グリシジルエーテル、p-tert-ブチルフェニルグリシジルエーテル、ラウリルアルコールペンタデカ(オキシエチレン)グリシジルエーテル、ソルビタンポリグリシジルエーテル、ペンタエリスリトールポリグリシジルエーテル、トリグリシジルトリス(2-ヒドロキシエチル)イソシアヌレート、レゾルシンジグリシジルエーテル、ポリテトラメチレングリコールジグリシジルエーテル、アジピン酸ジグリシジルエステル、ヒドロキノンジグリシジルエーテル、テレフタル酸ジグリシジルエステル、グリシジルフタルイミド、セチルグリシジルエーテル、ステアリルグリシジルエーテル、p-オクチルフェニルグリシジルエーテル、p-フェニルフェニルグリシジルエーテル、グリシジルベンゾエート、グリシジルアセテート、グリシジルブチレート、スピログリコールジグリシジルエーテル、1, 3-ビス-[1-(2, 3-エポキシプロポキシ)-1-トリフルオロメチル-2, 2, 2-トリフルオロエチル]ベンゼン、1, 4-ビス-[1-(2, 3-エポキシプロポキシ)-1-トリフルオロメチル-2, 2, 2-トリフルオロエチル]ベンゼン、4, 4'-ビス(2, 3-エポキシプロポキシ)オクタフルオロビフェニル、テトラグリシジル-m-キシリレンジアミン、テトラグリシジジアミノジフェニルメタン、トリグリシジルーパラアミノフェノール、トリグリシジルーメタアミノフェノール、ジグリシジルアニリン、ジグリシジルトリブromアニリン、テトラグリシジビスアミノメチルシクロヘキサン、テトラフルオロプロピルグリシジルエーテル、オクタフルオロペンチルグリシジルエーテル、ドデカフルオロオクチルジグリシジルエーテル、スチレンオキシド、リモネンジオキシド、リモネンモノオキシド、 $\alpha$ -ビネンエポキシド、 $\beta$ -ビネンエポキシドなどのエポキシ化合物が挙げられる。

【0011】本発明における紫外線硬化樹脂の光開始剤としては、紫外線によりエポキシ基と反応するものであれば何でもよいが、例えば、p-メトキシベンゼンジアゾニウムヘキサフルオロホスフェート等の芳香族ジアゾニウム塩、トリフェニルスルホニウムヘキサフルオロホスフェート等の芳香族スルホニウム塩、ジフェニルヨ

ドニウムヘキサフルオロホスフェート等の芳香族ヨードニウム塩、芳香族ヨードシル塩、芳香族スルホキソニウム塩、メタロセン化合物などが挙げられる。

【0012】更に、本発明の紫外線硬化樹脂に基板やコア材との接着性を良くするためにシランカップリング剤を加えることができる。シランカップリング剤の例としては、 $\gamma$ -アミノプロピルトリエトキシシラン、 $N$ - $\beta$ -（アミノエチル）- $\gamma$ -アミノプロピルトリメトキシシラン、 $N$ - $\beta$ -（アミノエチル）- $\gamma$ -アミノプロピルトリエトキシシラン、 $N$ -ビス〔 $\beta$ -（アミノエチル）〕- $\gamma$ -アミノプロピルメチルジメトキシシラン、 $\gamma$ -メルカプトプロピルトリメトキシシラン、 $\gamma$ -メルカプトプロピルトリエトキシシラン、 $\gamma$ -メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、 $\gamma$ -グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、 $N$ - $\beta$ -（ $N$ -ビニルベンジルアミノエチル）- $\gamma$ -アミノプロピルトリメトキシシラン塩酸塩、メチルトリメトキシシラン、メチルトリエトキシシラン、ビニルトリアセトキシシラン、 $\gamma$ -クロロプロピルトリメトキシシラン、ヘキサメチルジシラザン、 $\gamma$ -アニリノプロピルトリメトキシシラン、ビニルトリメトキシシラン、オクタデシルジメチル〔3-（トリメトキシシリル）プロピル〕アンモニウムクロリド、 $\gamma$ -クロロプロピルメチルジメトキシシラン、 $\gamma$ -メルカプトプロピルメチルジメトキシシラン、メチルトリクロロシラン、ジメチルジクロロシラン、トリメチルクロロシラン、ビニルトリエトキシシラン、ベンジルトリメチルシラン、ビニルトリス（2-メトキシエトキシ）シラン、 $\gamma$ -メタクリロキシプロピルトリス（2-メトキシエトキシ）シラン、 $\beta$ -（3，4-エポキシシクロヘキシル）エチルトリメトキシシラン、 $\gamma$ -ウレイドプロピルトリエトキシシラン、 $\gamma$ -イソシアヌルプロピルトリエトキシシラン、 $n$ -オクチルトリエトキシシランなどが挙げられる。

【0013】クラッド中にゴミが存在すると散乱損失を招くため、上記に記載された原料を用いて紫外線硬化樹脂や熱硬化樹脂を製造する段階で光の波長オーダーのゴミまで除去する必要がある。このため、クラッド材料の製造においてもクリーンルーム内での製造やろ過工程が望ましい。

【0014】本発明における光導波路の作製方法としてはコアに石英を用いる場合と高分子を用いる場合とでは若干異なるが、ここでは高分子を用いる場合について説明する（図1参照）。図1は導波路の作製方法を示す工程図である。図1において、Aは基板、Bは下層クラッド、Cはコア層、Dは上部クラッド、Eはレジスト、Fはマスク、Gは側面のクラッドを示す。（1）任意の基板上に下層クラッドとなるコアよりも屈折率の小さな樹脂を塗布する。塗布後、加熱乾燥などにより溶媒を除去する。ここにはもちろん、本発明における紫外線硬化樹脂又は熱硬化樹脂を用いてもよい。本発明の硬化樹脂を塗

布した場合は紫外線又は加熱により硬化する。本発明の硬化樹脂を用いると溶媒除去の工程は省くことができる。（2）この上にコアとなる樹脂（例えばポリメチルメタクリレートなどの光透過性の優れたもの）を塗布し、加熱乾燥などにより溶媒を除去する。（3）そして、コアの上部に上層のクラッドとして下層クラッドと同様、コアより少し屈折率の小さな樹脂を塗布する。塗布後、加熱乾燥などにより溶媒を除去する。ここにおいても、本発明における紫外線硬化樹脂又は熱硬化樹脂を用いてもよい。本発明の硬化樹脂を塗布した場合は紫外線又は加熱により硬化する。ここまでの工程で用いるクラッド材は元々段差のないところに用いるため、本発明における紫外線硬化樹脂又は熱硬化樹脂を用いなくても、平坦性を保つことが出来る。しかしながら、本発明の紫外線硬化樹脂又は熱硬化樹脂を用いることにより、無溶剤で実施できるため、工程の簡略化が可能であり、省資源であり、コア部への溶剤の浸透を防ぐことができるため好適である。上部クラッド層を形成後、（4）フォトリジストを塗布して（5）パターンニングを行い、（6）反応性イオンエッチング等で導波路パターンを形成する。下層クラッドまでエッチングできたら、（7）本発明の紫外線硬化樹脂又は熱硬化樹脂を塗布し、（8）紫外線又は加熱により硬化する。ここで下層クラッド、上層クラッド、並びに最後に形成するコア側面部のクラッドは同じ屈折率であることが望ましく、同一の材料である方が好適である。更に、多層の光配線を行う場合は、（2）～（8）を繰返せばよい。このとき、（8）で形成した導波路の上部が平坦でないときはその上にコア層を精度良く形成出来ないため、導波路性能が低下する。

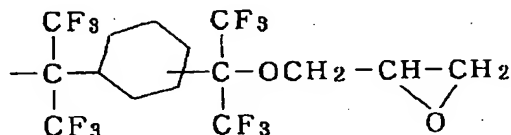
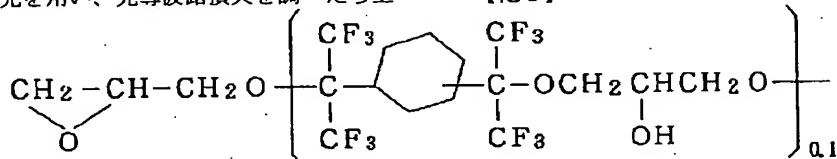
#### 【0015】

【実施例】以下、本発明を実施例により更に具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されない。なお実施例中の部は重量部である。

#### 【0016】実施例1

フッ素を分子中に含まない脂肪族環状エポキシである3，4-エポキシシクロヘキシルメチル-3，4-エポキシシクロヘキサンカルボキシレート（ユニオンカーバイト社製、商品名ERL-4221）100部に、ビニルシクロヘキセンジオキシド（ユニオンカーバイト社製、商品名ERL-4206）20部、光開始剤としてスルホニウム塩（旭電化工業社製、商品名オプトマーSP170）2部、シランカップリング剤として $\gamma$ -グリシドキシプロピルトリメトキシシラン（日本ユニカー社製、商品名A-187）2部を配合し、屈折率1.516の紫外線硬化樹脂を調製した。シリコン基板上に本実施例で調製した紫外線硬化樹脂をスピンコート法により10 $\mu$ mの厚さに積層し、紫外線照射により硬化した。次にポリイソプロピルメタクリレート（ポリイソプロピルメタクリレート）をスピンコート法により5 $\mu$ mの厚さに積層した。この上に通常のプロセスにより幅5 $\mu$ mのレ

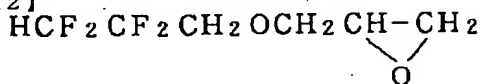
ジストパタンを形成し、酸素ガス中の反応性リアクティブイオンエッチングを行った後、レジストを除去することにより導波路のコア部を形成した。次に本実施例で調製した紫外線硬化樹脂を15 $\mu$ mの厚さにスピンコートし紫外線を照射すると、硬化した樹脂の最上面は平坦になった。その結果、コア部上面部と硬化した樹脂の最上面の距離は10 $\mu$ mになった。波長633nmのHe-Neレーザー光を用い、光導波路損失を調べたら0.3dB/cmであった。次に、その上に、ポリイソプロピルメタクリレートのスピンコート法により厚さ5 $\mu$ mに積層し、通常のフォトリソプロセスにより幅5 $\mu$ mのレジストパタンを形成し、酸素ガス中の反応性リアクティブイオンエッチングを行った後、レジストを除去することにより導波路のコア部を形成した。そして、本実施例で調製した熱硬化樹脂を15 $\mu$ mの厚さにスピンコートし紫外線を照射すると、硬化した樹脂の最上面は平坦になった。導波路部全体の厚さは40 $\mu$ mになった。波長633nmのHe-Neレーザー光を用い、光導波路損失を調べたら上



【0019】及び下記の構造式(化2)で示されるテトラフルオロプロピルグリシジルエーテルを用い、

【0020】

【化2】



【0021】光開始剤にSP170の代りにスルホニウム塩(旭電化工業社製、商品名オプトマーSP150)を用い、シランカップリング剤にA-187の代りに $\gamma$ -アミノプロピルトリエトキシシラン(日本ユニカー社製、商品名A-1100)、又は $\gamma$ -メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン(日本ユニカー社製、商品名A-174)を用いて表1の配合組成で紫外線硬化樹脂を得た。これらについて実施例1と同じ評価を行った。ただし、クラッドとして、紫外線硬化樹脂の屈折率が1.48以下のコアにはポリメチルメタクリレート、1.54以下のコアにはポリイソプロピルメタクリレート、1.58以下のコアにはポリスチレン、1.63以下のコアにはポリ $\alpha$ -ナフチルメタクリレートを用いた。評価結果を表1に示す。

【0022】比較例1

下2つの導波路共0.5dB/cm以下であり、クロストークも観測されなかった。平坦性の評価は光導波路の断面を走査形電子顕微鏡(日立製作所製S800)で観察した。屈折率はメトリコン社製PC2000形プリズムカプラを使用して測定した。

【0017】実施例2~17

実施例1における主成分のERL4221及びERL4206の配合組成を変えるほか、脂肪族環状エポキシの代りに、ビスフェノールAジグリシジルエーテル、ビスフェノールA Dジグリシジルエーテル、ビスフェノールFジグリシジルエーテル、ビスフェノールヘキサフルオロアセトンジグリシジルエーテル等のビスフェノール型エポキシ樹脂や、ブロム化エポキシ樹脂(油化シェルエポキシ社製:商品名エピコート5050、日本化薬社製:商品名BR-250)、下記の構造式(化1)で示されるシクロヘキシルフッ素化エポキシ樹脂、

【0018】

【化1】

シリコン基板上にポリメチルメタクリレートのスピンコート法により10 $\mu$ mの厚さに積層した。次にポリスチレンをスピンコート法により5 $\mu$ mの厚さに積層した。この上に通常のフォトリソプロセスにより幅5 $\mu$ mのレジストパタンを形成し、酸素ガス中の反応性リアクティブイオンエッチングを行った後、レジストを除去することにより導波路のコア部を形成した。次にポリメチルメタクリレートを15 $\mu$ mの厚さにスピンコートし、溶媒除去後乾燥したが、樹脂の最上面は平坦にならず導波路のコア部上部が凸部になり、クラッド部上面の凹部の最も深い(平坦な)部分との高さの差は最大で1 $\mu$ mであった。その結果、コア部上面部と硬化した樹脂の最上面の距離は11 $\mu$ mになった。次に、その上に、ポリスチレンをスピンコート法により厚さ5 $\mu$ mに積層し、通常のフォトリソプロセスにより幅5 $\mu$ mのレジストパタンを下層に既に形成した導波路の直上部に形成し、酸素ガス中の反応性リアクティブイオンエッチングを行った後、レジストを除去することにより導波路のコア部を形成した。そして、ポリメチルメタクリレートを15 $\mu$ mの厚さにスピンコートし、溶媒除去後乾燥したが、最上面は平坦にならなかった。波長633nmのHe-Neレーザー光

を用い、光導波損失を調べたら下の導波路は0.4 dB/cmであり、上部の導波路は17 dB/cmになった。結果を表1に示す。

**[ 0 0 2 3 ]**

【表 1】

波特性と光組成の配向用ラック

	エポキシ樹脂				光硬化剤				カプリン酸		屈折率	平坦性	光澤・波特性
	部		略号		部		略号		部				
	略号	部	略号	部	略号	部	略号	部	略号	部			
実施例 1	4221	100	4206	20			SP170	2	A-187	2	1.516	○	○
実施例 2	4221	100	4206	20	A	20	SP170	2	A-187	2	1.521	○	○
実施例 3	4221	100	4206	20	A	100	SP150	4	A-174	2	1.538	○	○
実施例 4	4221	100	4206	20	A	200	SP170	2	A-187	2	1.550	○	○
実施例 5	4221	100	4206	20	A D	80	SP170	2	A-187	2	1.545	○	○
実施例 6	4221	100	4206	20	A D	120	SP150	4	A-174	2	1.551	○	○
実施例 7	4221	100	4206	20	F	50	SP170	2	A-187	2	1.548	○	○
実施例 8	4221	100	4206	20	F	150	SP170	2	A-174	2	1.563	○	○
実施例 9	A	50	CHEP	100	TFPEP	50	SP150	4	A-187	2	1.472	○	○
実施例 10	HFA	100	CHEP	100	TFPEP	50	SP170	4	A-187	2	1.441	○	○
実施例 11	HFA	100	A	50	TFPEP	50	SP170	4	A-187	2	1.489	○	○
実施例 12	A	100	250	100			SP150	2	A-187	2	1.572	○	○
実施例 13	A D	100	250	100			SP170	4	A-187	2	1.584	○	○
実施例 14	5050	100	250	100			SP170	4	A-187	2	1.607	○	○
実施例 15	5050	100	250	50			SP170	4	A-1100	2	1.592	○	○
実施例 16	5050	100	250	100	A	50	SP170	4	A-1100	2	1.597	○	○
実施例 17	5050	100	250	50			SP150	4	A-187	2	1.616	○	○
比較例 1											1.489	×	×

ポリメチルメタクリレート

【0024】注 1. 光導波特性は上下の導波路の光損失が両方とも 0.5 dB/cm 以下の場合○とした。

2. エポキシ樹脂の略号は3, 4-エポキシシクロヘキサシメチル-3, 4-エポキシシクロヘキサシカルボキシレート(4221)、ビニルシクロヘキサセジオキシド(4206)、ビスフェノールAジグリシジルエーテル(A)、ビスフェノールADジグリシジルエーテル

(AD)、ビスフェノールFジグリシジルエーテル  
(F)、ビスフェノールヘキサフルオロアセトンジグリシ  
ジルエーテル(HFA)、ブROM化エポキシ樹脂エビ  
コート5050(5050)、ブROM化エポキシ樹脂B  
R-250(250)、シクロヘキシルフッ素化エポキシ  
樹脂(CHEp)、テトラフルオロプロピルグリシジ  
ルエーテル(TFPEp)とした。

【0025】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は溶媒を用いないクラッド材を使用するために導波路形成工程が簡略化され、また平坦化できるため多層の光配線が可能な光導波路を実現できる。

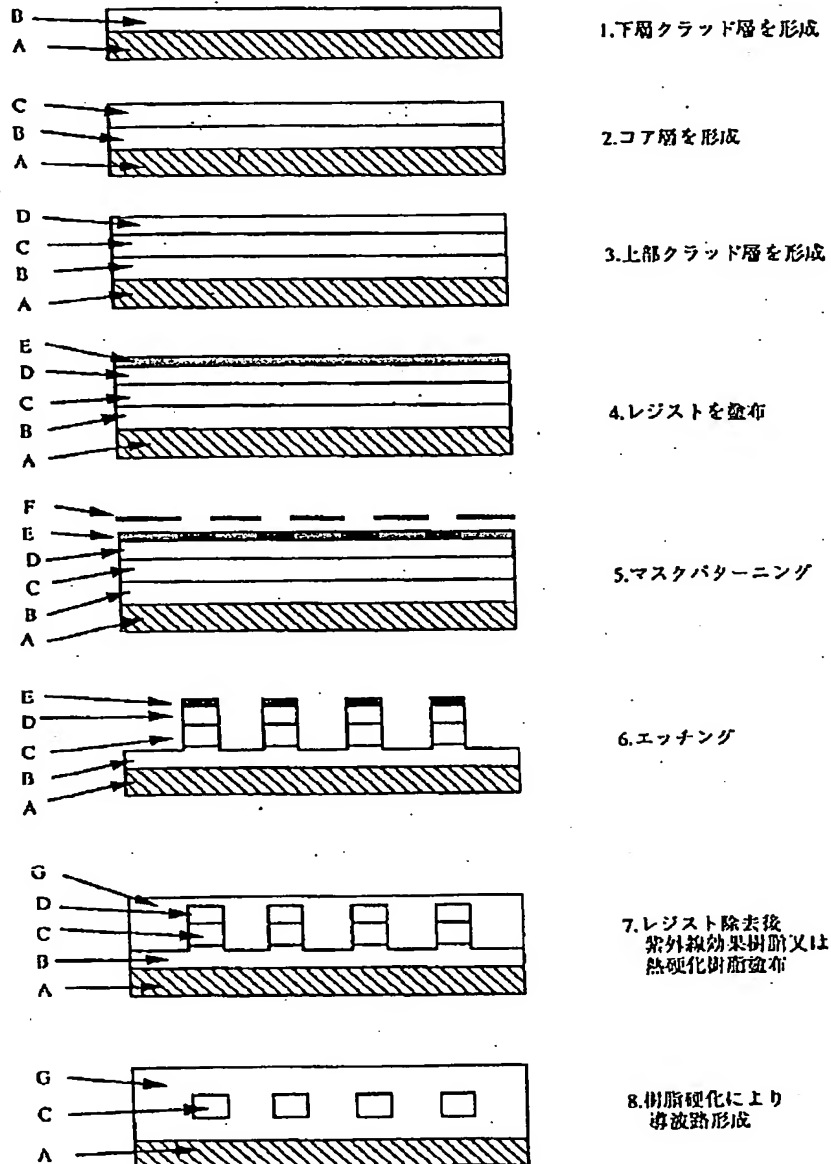
【図面の簡単な説明】

【図1】導波路の作製方法を示す工程図である。

【符号の説明】

A：基板、B：下層クラッド、C：コア層、D：上部クラッド、E：レジスト、F：マスク、G：側面のクラッド

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 正田 真  
東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(72)発明者 都丸 暁  
東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内